

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-227203

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月24日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 4 1 J 2/045
2/055
2/205

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

1 0 3 X

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平10-91662

(22) 出願日 平成10年(1998) 4月3日

(31) 優先権主張番号 特願平9-340352

(32) 優先日 平 9 (1997) 12月10日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005267

ブラザー工業株式会社

愛知県名古屋市長区瑞穂区苗代町15番1号

(72) 発明者 高橋 義和

名古屋市瑞穂区苗代町15番1号 ブラザー
工業株式会社内

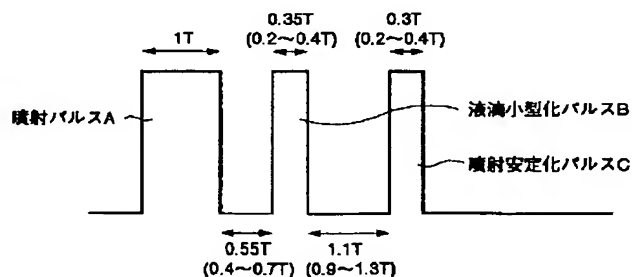
(74) 代理人 弁理士 板谷 康夫

(54) 【発明の名称】 インク滴噴射方法及びその装置

(57) 【要約】

【課題】 インク滴噴射方法及びその装置において、駆動電圧を変えことなく、1つのドットに対して主となる噴射のための駆動波形の後に、それに付随して非噴射のパルスを2つ付加することで、小さい体積のインク液滴を得ることができると共に、連続噴射の後の休止後の2発目の噴射の液滴速度が遅くなることを防止する。

【解決手段】 1ドットの噴射パルス信号Aの後に、非噴射パルスとして、噴射パルス信号Aよりもパルス幅が小さく飛翔インク滴を小型化するための液滴小型化パルスBと、噴射を安定させるための噴射安定化パルスCとを印加する。これにより、高温時でインクの粘度が低い状態にあっても、噴射の安定化が図られ、液滴速度の低下が防止される。



本発明の実施例1

(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 インクが充填されたインク室の容積を変化させるためのアクチュエータに噴射パルス信号を印加することによりインク室内に圧力波を発生させてインクに圧力を加え、インク滴をノズルより噴射させるインク滴噴射方法において、

1 ドットの印字命令に対して、前記噴射パルス信号を印加し、その後に付随する非噴射パルスとして、前記噴射パルス信号による飛翔インク滴を小型化するための第 1 の付加パルス信号と、噴射を安定させるための第 2 の付加パルス信号を印加することを特徴とするインク滴噴射方法。

【請求項 2】 前記噴射パルス信号は、アクチュエータへの電圧印加により、前記インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、前記インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間 T もしくはその奇数倍時間の経過後、増大状態から容積を自然状態に減少させるパルス幅を有し、

前記第 1 及び第 2 の付加パルス信号は、前記噴射パルス信号に対してパルス幅がほぼ $0.2T \sim 0.4T$ であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がり第 1 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.4T \sim 0.7T$ であり、前記第 1 の付加パルス信号の立ち下がり第 2 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.9T \sim 1.3T$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のインク滴噴射方法。

【請求項 3】 前記噴射パルス信号と、第 1 及び第 2 の付加パルス信号の波高値は、いずれも同じであることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のインク滴噴射方法。

【請求項 4】 前記噴射パルス信号を、2 つの噴射パルス信号により構成したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のインク滴噴射方法。

【請求項 5】 前記噴射パルス信号を、主たる噴射パルス信号と従たる噴射パルス信号とに分け、前記第 1 の付加パルス信号を前記主たる噴射パルス信号と従たる噴射パルス信号との間に付加したことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載のインク滴噴射方法。

【請求項 6】 前記噴射パルス信号は、アクチュエータへの電圧印加により、前記インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、前記インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間を T としたときに、ほぼ $0.5T \sim 1.5T$ のパルス幅を有し、

前記第 1 の付加パルス信号のパルス幅がほぼ $0.3T \sim 1.0T$ であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がり第 1 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ $0.3T \sim 1.0T$ であり、

前記噴射パルス信号の立ち下がり第 1 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差と、前記第 1 の付加パルス信号のパルス幅との和がほぼ $0.7T \sim 1.3T$

2

T であり、

前記第 2 の付加パルス信号のパルス幅がほぼ $0.2T \sim 0.4T$ であり、前記第 1 の付加パルス信号の立ち下がり第 2 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ $0.7T \sim 1.3T$ であることを特徴とする請求項 1 に記載のインク滴噴射方法。

【請求項 7】 インクが充填されるインク室と、前記インク室の容積を変化させるアクチュエータと、前記アクチュエータに電気信号を印加するための駆動電源と、

前記アクチュエータに前記駆動電源から噴射パルス信号を印加することにより、前記インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、前記インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間を T としたときに、この T 時間もしくはその奇数倍時間経過後、増大状態から容積を自然状態に減少させてインク室内のインクに圧力を加えてインク滴を噴射させる制御装置と、を備えたインク滴噴射装置において、前記制御装置は、1 ドットの印字命令に対して、前記アクチュエータに、前記噴射パルス信号を前記駆動電源から印加し、その後に付随する非噴射パルスとして、前記噴射パルス信号による飛翔インク滴を小型化するための第 1 の付加パルス信号と、噴射を安定させるための第 2 の付加パルス信号を前記駆動電源から印加するものであることを特徴とするインク滴噴射装置。

【請求項 8】 前記第 1 及び第 2 の付加パルス信号は、前記噴射パルス信号と波高値が同じであり、かつ前記第 1 の付加パルス信号は、前記噴射パルス信号よりもパルス幅が小さく、前記噴射パルス信号による飛翔インク滴の一部を引き戻すように出力されることを特徴とする請求項 7 に記載のインク滴噴射装置。

【請求項 9】 前記制御装置は、前記噴射パルス信号を、アクチュエータへ電圧を印加して、前記インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、前記インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間 T もしくはその奇数倍時間の経過後、増大状態から容積を自然状態に減少させるパルス幅を有するものとし、

前記第 1 及び第 2 の付加パルス信号を、前記噴射パルス信号に対してパルス幅がほぼ $0.2T \sim 0.4T$ であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がり第 1 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.4T \sim 0.7T$ であり、前記第 1 の付加パルス信号の立ち下がり第 2 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.9T \sim 1.3T$ であることを特徴とする請求項 8 に記載のインク滴噴射装置。

【請求項 10】 前記制御装置は、温度を検出する手段を有し、その手段で検出した温度に応じて前記第 1 及び第 2 の付加パルス信号を印加し、または印加しないように制御することを特徴とする請求項 7 に記載のインク滴噴射

(3)

3

装置。

【請求項 11】 前記制御装置は、
前記噴射パルス信号がほぼ 0.5 T ～ 1.5 T のパルス幅を有するものとし、
前記第 1 の付加パルス信号のパルス幅がほぼ 0.3 T ～ 1.0 T であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がり
と第 1 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ 0.3 T ～ 1.0 T であり、
前記噴射パルス信号の立ち下がり
と第 1 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差と、前記第 1 の付
加パルス信号のパルス幅との和がほぼ 0.7 T ～ 1.3 T であり、
前記第 2 の付加パルス信号のパルス幅がほぼ 0.2 T ～ 0.4 T であり、前記第 1 の付加パルス信号の立ち下がり
と前記第 2 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ 0.7 T ～ 1.3 T であることを特徴
とする請求項 7 に記載のインク滴噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、インクジェット方式によるインク滴噴射方法及びその装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来から、インクジェット方式のインク噴射装置としては、圧電セラミックスの変形によってインク流路の容積を変化させ、その容積減少時にインク流路内のインクをノズルから液滴として噴射し、容積増大時にインク導入口からインク流路内にインクを導入するようにしたもの知られている。この種の記録ヘッドにおいては、圧電セラミックスの隔壁によって隔てられた複数のインク室が形成されており、これら複数のインク室の一端にインクカートリッジ等のインク供給手段が接続され、他端にはインク噴射ノズル（以下、ノズルという）が設けられ、印字データに従った前記隔壁の変形によってインク室の容積を減少させることにより、記録媒体に対して前記ノズルからインク液滴を噴射し、文字や図形等が記録される。

【0003】 この種のインクジェット方式のインク噴射装置において、インク滴を噴射するドロップ・オン・デマンド型が、噴射効率の良さ、ランニングコストの安さなどから普及している。ドロップ・オン・デマンド型として、特開昭 63-247051 号公報に示されているように、圧電材料を利用したせん断モード型がある。図 12 に示すように、この種のインク滴噴射装置 600 は、底壁 601、天壁 602 及びその間のせん断モードアクチュエータ壁 603 からなる。そのアクチュエータ壁 603 は、底壁 601 に接着され、かつ矢印 611 方向に分極された下部壁 607 と、天壁 602 に接着され、かつ矢印 609 方向に分極された圧電材料製の上部壁 605 とからなっている。アクチュエータ壁 603 は

4

一対となって、その間にインク室 613 を形成し、かつ次の一対のアクチュエータ壁 603 の間には、インク室 613 よりも狭い空間 615 を形成している。

【0004】 各インク室 613 の一端には、ノズル 618 を有するノズルプレート 617 が固着され、他端には、図示しないインク供給源が接続されている。各アクチュエータ壁 603 の両側面には電極 619、621 が金属化層として設けられている。具体的にはインク室 613 側のアクチュエータ壁 603 には電極 619 が設けられ、空間 615 側のアクチュエータ壁 603 には電極 621 が設けられている。なお、電極 619 の表面はインクと絶縁するための絶縁層 630 で覆われている。そして、空間 615 に面している電極 621 はアース 623 に接続され、インク室 613 内に設けられている電極 619 はアクチュエータ駆動信号を与える制御装置 625 に接続されている。

【0005】 そして、各インク室 613 の電極 619 に制御装置 625 が電圧を印加することによって、各アクチュエータ壁 603 がインク室 613 の容積を増加する方向に圧電厚みすべり変形する。例えば図 13 に示すように、インク室 613 c の電極 619 c に電圧 E (V) が印加されると、アクチュエータ壁 603 e、603 f にそれぞれ矢印 631、632 の方向の電界が発生し、アクチュエータ壁 603 e、603 f がインク室 613 c の容積を増加する方向に圧電厚みすべり変形する。このときノズル 618 c 付近を含むインク室 613 c 内の圧力が減少する。この電圧 E (V) の印加状態を圧力波のインク室 613 内での片道伝播時間 T だけ維持する。すると、その間インク供給源からインクが供給される。

【0006】 なお、上記片道伝播時間 T はインク室 613 内の圧力波が、インク室 613 の長手方向に伝播するのに必要な時間であり、インク室 613 の長さ L とこのインク室 613 内部のインク中での音速 a により、 $T = L/a$ と決まる。

【0007】 圧力波の伝播理論によると、上記の電圧の印加から T 時間もしくはその奇数倍時間がたつとインク室 613 内の圧力が逆転し、正の圧力に転じるが、このタイミングに合わせてインク室 613 c の電極 621 c に印加されている電圧を 0 (V) に戻す。すると、アクチュエータ壁 603 e、603 f が変形前の状態（図 12）に戻り、インクに圧力が加えられる。そのとき、前記正に転じた圧力と、アクチュエータ壁 603 e、603 f が変形前の状態に戻ることに伴って発生した圧力とが加え合わされ、比較的高い圧力がインク室 613 c のノズル 618 c 付近の部分に生じて、インク滴がノズル 618 c から噴射される。なお、インク室 613 へ連通するインク供給路 626 が部材 627 及び部材 628 により形成されている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 従来、この種のインク

(4)

5

滴噴射装置 600 では、記録の解像度を高くするために、小さい体積のインク液滴を飛翔させようとして駆動電圧を下げる等の制御を行うと、インク液滴の速度まで低下するという問題があった。また、インク液滴の速度を低下することなく体積の小さい液滴が得られるように、噴射パルスを印加した後でインク噴射が完了する前に、電圧レベルの低いパルスを付加することが提案されている。しかし、この場合、駆動パルスとして複数の電圧が必要であり、一連のパルスの中での制御が複雑になり、駆動ドライバ IC 等のコストアップにつながる。

【0009】さらには、本出願人は、体積の小さいインク液滴を得ることを目的にアクチュエータに噴射パルスを印加した後で非噴射のパルスを付加する駆動方法を検討したが、高温時に、連続するドット印字を行った後、1 ドット分休止し、続いてその休止後にドット印字を行うと、その 2 発目のドットのインク滴速度が低下することを確認した。これは、高温時にインクの粘度が低下して、インクのメニスカスの振動状態が不安定となりメニスカスがノズルから引っ込んでいた時に付加パルスが印加されるようなことが起り、インク滴の速度が遅くなるものと考えられる。そのため、インクが曲がって飛翔し、着弾位置がずれて印字品質が落ちるといった問題が発生する。

【0010】本発明は、上述した問題点を解決するためになされたものであり、駆動電圧を変えることなく、1 つのドットに対して主となる噴射のための駆動波形の後に、それに付随して非噴射のパルスを 2 つ付加することで、小さい体積のインク液滴を得ることができると共に、連続噴射の後の休止後の 2 発目の噴射の液滴速度が遅くなることなく、着弾位置がずれて印字品質が低下するといったことを防止できるインク滴噴射方法及びその装置を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項 1 に記載の発明は、インクが充填されたインク室の容積を変化させるためのアクチュエータに噴射パルス信号を印加することによりインク室内に圧力波を発生させてインクに圧力を加え、インク滴をノズルより噴射させるインク滴噴射方法において、1 ドットの印字命令に対して、前記噴射パルス信号を印加し、その後に付随する非噴射パルスとして、前記噴射パルス信号による飛翔インク滴を小型化するための第 1 の付加パルス信号と、噴射を安定させるための第 2 の付加パルス信号を印加することを特徴とするインク滴噴射方法にある。

【0012】上記方法においては、1 ドットの印字命令として印加される噴射パルス信号により、インク室内のインクはノズルより飛び出しかけ、さらにその途上で印加される非噴射パルスである第 1 の付加パルス信号により、ノズルより飛び出しかけているインク滴の一部が引き戻され、噴射され飛翔するインク液滴は小さくなり、

6

記録解像度を高めることができる。また、高温時にインクの粘度が低くなってメニスカスの振動が不安定状態となっても、第 1 の付加パルス信号に続いて第 2 の付加パルス信号が印加されることにより、次の噴射を安定化させる作用が得られ、液滴速度の低下が防止される。また、インク液滴の小型化のために、駆動電圧を変える必要がないのでコストアップにならない。特に、高温時において、第 1 の付加パルス信号が印加されるだけで、第 2 の付加パルス信号が印加されない場合は、連続ドットの後に 1 ドット休止し、その後に再びドットがあるようなときに、後者のドット噴射の 2 ドット目でインク滴速度が低下する傾向にあるが、第 2 の付加パルス信号が印加されることで、その問題が解消される。

【0013】また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載のインク滴噴射方法において、前記噴射パルス信号は、アクチュエータへの電圧印加により、インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間 T もしくはその奇数倍時間の経過後、増大状態から容積を自然状態に減少させるパルス幅を有し、前記第 1 及び第 2 の付加パルス信号は、前記噴射パルス信号に対してパルス幅がほぼ $0.2T \sim 0.4T$ であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がりりと第 1 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.4T \sim 0.7T$ であり、前記第 1 の付加パルス信号の立ち下がりりと第 2 の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.9T \sim 1.3T$ であるものである。この方法においては、高温時にインク粘度が小さくなっていて、連続ドットの後に 1 ドット休止し、その後に再びドットがあるような場合であっても、後者の噴射でインク滴速度が低下することを確実に解消することができる。

【0014】また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は請求項 2 に記載のインク滴噴射方法において、前記噴射パルス信号と、第 1 及び第 2 の付加パルス信号の波高値が、いずれも同じであることを特徴とするものである。この方法においては、駆動電圧を変える必要がなく、1 つの電源を用いて駆動することができる。

【0015】また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載のインク滴噴射方法において、前記噴射パルス信号を、2 つの噴射パルス信号により構成したものである。この方法においては、さらに、インク液滴の大きさを任意に変えて階調性を上げることが容易となる。

【0016】また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載のインク滴噴射方法において、前記噴射パルス信号を、主たる噴射パルス信号と従たる噴射パルス信号とに分け、前記第 1 の付加パルス信号を前記主たる噴射パルス信号と従たる噴射パルス信号との間に付加したことを特徴とするものである。この方法においては、請求項 4 と同等の作用が得られる。

(5)

7

【0017】また、請求項6に記載の発明は、請求項1に記載のインク滴噴射方法において、噴射パルス信号は、アクチュエータへの電圧印加により、前記インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、前記インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間を T としたときに、ほぼ $0.5T \sim 1.5T$ のパルス幅を有し、前記第1の付加パルス信号のパルス幅がほぼ $0.3T \sim 1.0T$ であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がり
と第1の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ $0.3T \sim 1.0T$ であり、前記噴射パルス信号の立ち下がり
と第1の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差と、前記第1の付加パルス信号のパルス幅との和がほぼ $0.7T \sim 1.3T$ であり、前記第2の付加パルス信号のパルス幅がほぼ $0.2T \sim 0.4T$ であり、前記第1の付加パルス信号の立ち下がり
と前記第2の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ $0.7T \sim 1.3T$ であるものである。

【0018】上記方法においては、噴射パルス信号に続く第1の付加パルス信号、第2の付加パルス信号が噴射パルス信号のパルス幅に対して、相対的に遅れなく出力されることになり、その結果、インク噴射時にしぶきや不良の吐出等が発生しないようにすることができ、これにより、インク液滴の着弾が乱れなくなり、良好な印字結果を得ることができる。

【0019】また、請求項7に記載の発明は、インクが充填されるインク室と、前記インク室の容積を変化させるアクチュエータと、前記アクチュエータに電気信号を印加するための駆動電源と、前記アクチュエータに前記駆動電源から噴射パルス信号を印加することにより、前記インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、前記インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間を T としたときに、この T 時間もしくはその奇数倍時間経過後、増大状態から容積を自然状態に減少させてインク室内のインクに圧力を加えてインク滴を噴射させる制御装置と、を備えたインク滴噴射装置において、前記制御装置は、1ドットの印字命令に対して、前記アクチュエータに、前記噴射パルス信号を前記駆動電源から印加し、その後付随する非噴射パルスとして、前記噴射パルス信号による飛翔インク滴を小型化するための第1の付加パルス信号と、噴射を安定させるための第2の付加パルス信号を前記駆動電源から印加するものである。この構成においては、請求項1と同等の作用が得られる。

【0020】また、請求項8に記載の発明は、請求項7に記載のインク滴噴射装置において、前記第1及び第2の付加パルス信号が、前記噴射パルス信号と波高値が同じであり、かつ前記第1の付加パルス信号が、前記噴射パルス信号よりもパルス幅が小さく、前記噴射パルス信号による飛翔インク滴の一部を引き戻すように出力され

8

ることを特徴とするものである。この装置によれば、1つの駆動電源から印加するパルス信号のパルス幅を変換することで、飛翔インク滴の小型化を容易に実現することができる。

【0021】また、請求項9に記載の発明は、請求項8に記載のインク滴噴射装置において、前記制御装置は、前記噴射パルス信号を、アクチュエータへ電圧を印加して、前記インク室の容積を増大させてインク室内に圧力波を発生させ、前記インク室内を圧力波がほぼ片道伝播する時間 T もしくはその奇数倍時間の経過後、増大状態から容積を自然状態に減少させるパルス幅を有するものとし、前記第1及び第2の付加パルス信号を、前記噴射パルス信号に対してパルス幅がほぼ $0.2T \sim 0.4T$ であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がり
と第1の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.4T \sim 0.7T$ であり、前記第1の付加パルス信号の立ち下がり
と第2の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差が $0.9T \sim 1.3T$ であるものである。この構成においては、請求項2と同等の作用が得られる。

【0022】また、請求項10に記載の発明は、請求項7に記載のインク滴噴射装置において、前記制御装置が、温度を検出する手段を有し、その手段で検出した温度に応じて前記第1及び第2の付加パルスを印加し、または印加しないように制御するものである。この装置によれば、インクの粘度が低下する温度領域において、メニスカスの振動が不安定状態となっても、第1及び第2の付加パルスの効果で、インク滴速度が低下することを抑え、またインクの粘度が比較的高い温度領域においては、制御装置の負荷を軽減することができる。

【0023】また、請求項11に記載の発明は、請求項7に記載のインク滴噴射装置において、前記制御装置は、前記噴射パルス信号がほぼ $0.5T \sim 1.5T$ のパルス幅を有するものとし、前記第1の付加パルス信号のパルス幅がほぼ $0.3T \sim 1.0T$ であり、かつ、前記噴射パルス信号の立ち下がり
と第1の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ $0.3T \sim 1.0T$ であり、前記噴射パルス信号の立ち下がり
と第1の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差と、前記第1の付加パルス信号のパルス幅との和がほぼ $0.7T \sim 1.3T$ であり、前記第2の付加パルス信号のパルス幅がほぼ $0.2T \sim 0.4T$ であり、前記第1の付加パルス信号の立ち下がり
と前記第2の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差がほぼ $0.7T \sim 1.3T$ であるものである。この構成においては、請求項6と同等の作用が得られる。

【0024】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図面を参照して説明する。本実施の形態のインク滴噴射装置における機械的部分の構成は、上述した図12に示すも

9

のと同様であるので説明を省略する。

【0025】本インク滴噴射装置600の具体的な寸法の一例を述べる。インク室613の長さ L が7.5mmである。ノズル618の寸法は、インク滴噴射側の径が $40\mu\text{m}$ 、インク室613側の径が $72\mu\text{m}$ 、長さが $100\mu\text{m}$ である。また、実験に供したインクの 25°C における粘度は約 $2\text{mPa}\cdot\text{s}$ 、表面張力は 30mN/m である。このインク室613内のインク中における音速 a と上記 L との比 L/a ($=T$)は $8\mu\text{sec}$ であった。

【0026】次に本発明の一実施の形態であるインク室613内の電極619に印加する各種駆動波形を図面を参照して説明する。図1は、本発明の前提である小型液滴とするための噴射パルス信号（駆動波形）を示す。図1の駆動波形は、1ドット分の印字のためのパルスであり、インク滴を噴射するための噴射パルス信号Aと、これに続いて該噴射パルス信号Aによりノズルより飛び出したインク滴の一部を引き戻し得るタイミングで付加的に印加される非噴射パルスであって、該噴射パルス信号Aよりもパルス幅が小さく飛翔インク滴を小型化するための付加パルス信号（液滴小型化パルス）Bとからなる。噴射パルス信号Aと付加パルス信号Bのどちらも波高値（電圧値）は同じ（例えば 20V ）である。

【0027】噴射パルス信号Aの波幅は、インク室613内のインク中における音速 a と上記 L との比 L/a ($=T$)に一致する値もしくはその奇数倍時間（ヘッド固有の値）とする。噴射パルス信号Aの立ち下がりと付加パルス信号Bの立ち上がりタイミングとの時間差は、 $0.55T$ とする。付加パルス信号Bの波幅は $0.35T$ とする。付加パルス信号Bはこの波幅では、インク滴を噴射させるには至らない。なお、連続して次のドットを印字する場合のパルスの周期は、駆動周波数を 10kHz としたとき、 $100\mu\text{sec}$ となる。この駆動波形では、後述するように、高温時に噴射が不安定になることがある。

【0028】図2は本発明の実施例1による駆動波形を示す。駆動波形は、図1に示したものと同等の、噴射パルス信号A及び第1の付加パルス信号（以下、液滴小型化パルスという）Bに、さらに非噴射パルスであって噴射を安定させるための第2の付加パルス信号（以下、噴射安定化パルスという）Cを付加したものからなる。

【0029】そして、噴射パルス信号Aは、図1の同信号Aと同じパルス幅を有する。液滴小型化パルスB及び噴射安定化パルスCは、それぞれ噴射パルス信号Aに対してパルス幅を $0.2T\sim 0.4T$ 、好ましくはパルスBは $0.35T$ 、パルスCは $0.3T$ とし、かつ、噴射パルス信号Aの立ち下がりと液滴小型化パルスBの立ち上がりタイミングとの時間差を $0.4T\sim 0.7T$ 、好ましくは $0.55T$ とし、液滴小型化パルスBの立ち下がり

10

時間差を $0.9T\sim 1.3T$ 、好ましくは $1.1T$ とする。噴射安定化パルスCを付加したことによる作用は、図1の駆動波形の場合と対比して後述の図11で説明する。なお、これらの数値及び数値範囲は実験によって求めたものである。

【0030】図3は本発明の実施例2による駆動波形を示す。この駆動波形は、上述図2のものと、噴射パルス信号Aが2つの噴射パルスA1、A2とに分けられ、これら噴射パルスA1とA2の間に、液滴小型化パルスBを位置させた点が相違する。図2のものに比べて、噴射パルスを2つに分けたことにより、液滴体積を任意に加減調整することができ、階調性を上げることが可能となる。噴射パルスA1は図1の噴射パルスAと同じパルス幅とし、噴射パルスA2はパルス幅 $0.4T\sim 1.3T$ 、好ましくは $0.5T$ とする。噴射パルス信号A1の立ち下がり

と液滴小型化パルスBの立ち上がりタイミングとの時間差は、図2のものと同様に $0.4T\sim 0.7T$ 、好ましくは $0.55T$ とし、液滴小型化パルスBのパルス幅 $0.2T\sim 0.4T$ 、好ましくは $0.35T$ とする。液滴小型化パルスBの立ち下がり

と噴射パルス信号A2の立ち上がりタイミングとの時間差は、 $0.2T\sim 0.4T$ 、好ましくは $0.35T$ とする。また噴射パルス信号A2の立ち下がり

と噴射安定化パルスCの立ち上がりタイミングとの時間差は、 $2.25T\sim 2.45T$ 、または $1.7T\sim 1.95T$ 、好ましくは $2.35T$ とし、噴射安定化パルスCのパルス幅は、 $0.3T\sim 0.7T$ 、または $1.3T\sim 1.8T$ 、好ましくは $0.5T$ とする。この駆動波形による液滴体積は 40pl （ピコリットル）である。

【0031】図4は本発明の実施例3による駆動波形を示す。この駆動波形は、上述図3のものと、噴射パルス信号Aの2つの噴射パルスA1、A2の後に、液滴小型化パルスB及び噴射安定化パルスCを位置させた点が相違する。図2のものに比べて図3と同等の作用の違いが得られる。噴射パルス信号A1の立ち下がり

と噴射パルス信号A2の立ち上がりタイミングとの時間差は、 $0.5T\sim 1.2T$ 、好ましくは $0.8T$ とし、噴射パルス信号A2のパルス幅は、 $0.5T\sim 1.3T$ 、好ましくは $0.8T$ とする。噴射パルス信号A2の立ち下がり

と液滴小型化パルスBの立ち上がりタイミングとの時間差は、 $0.7T\sim 1.0T$ 、好ましくは $0.85T$ とし、液滴小型化パルスBのパルス幅は、 $0.2T\sim 0.4T$ 、好ましくは $0.35T$ とする。また液滴小型化パルスBの立ち下がり

と噴射安定化パルスCの立ち上がりタイミングとの時間差は、 $1.0T\sim 1.2T$ 、または $0.45T\sim 0.7T$ 、好ましくは $1.1T$ とし、噴射安定化パルスCのパルス幅は、 $0.3T\sim 0.7T$ 、または $1.3T\sim 1.8T$ 、好ましくは $0.5T$ とする。この駆動波形による液滴体積も 40pl である。

【0032】図5は本発明の実施例4による駆動波形を

(7)

11

示す。この駆動波形は基本的には図2と同じ形態を有し、噴射パルス信号のパルス幅を上記実施例においては、1 Tもしくはその奇数倍としているが、本実施例の駆動波形は、噴射パルス信号Aのパルス幅 W_a を0.5 Tから1.5 Tの間で設定し、噴射パルス信号Aの立ち下がりりと液滴小型化パルスBの立ち上がりタイミングとの時間差 d 、及び液滴小型化パルスBのパルス幅 W_b を所定の値に設定することによって、インク噴射時にしぶきや不良の吐出が発生しないようにする。なお、しぶきとは、インクが1つの液滴にならずに飛散してしまう現象である。図6は噴射パルス信号Aのパルス幅 W_a を0.5 Tから1.5 Tとした時で、時間差 d 及びパルス幅 W_b の値の組み合わせを変えて、実験によって求めたものであり、○印は着弾乱れやしぶきがなく、×印はしぶきや不良の吐出が生じたことを示している。これより、噴射パルス信号Aの立ち下がりりと液滴小型化パルスBの立ち上がりタイミングとの時間差 d を0.3 T～1.0 T、液滴小型化パルスBのパルス幅 W_b を0.3 T～1.0 Tとし、時間差 d とパルス幅 W_b との和を0.7 T～1.3 Tに収まるようにすれば印字不良が発生しないことが分かる。また、液滴小型化パルスBの立ち下がりりと噴射安定化パルスCの立ち上がりタイミングとの時間差は、0.7 T～1.3 T、好ましくは0.9 Tとし、噴射安定化パルスCのパルス幅は、0.2 T～0.4 T、好ましくは0.35 Tとする。

【0033】図7及び図8は、本発明と対比するために掲げるものであり、いずれも本出願人が先に提案しているシングルパルス及びマルチパルスによる駆動波形を示す。図7のシングルパルス駆動波形は、噴射パルス信号Aと噴射安定化パルスCとからなる。この駆動波形による液滴体積は30 p lである。図8のマルチパルス駆動波形は、噴射パルスA1、A2と噴射安定化パルスCとからなる。この駆動波形による液滴体積は50 p lである。

【0034】次に、前記図2乃至図5のような駆動波形を実現するための制御装置の一実施の形態を図9及び図10を用いて説明する。図9に示す制御装置625は充電回路182と放電回路184とパルスコントロール回路186から構成されている。アクチュエータ壁603の圧電材料及び電極619、621は、等価的にコンデンサ191で表される。191Aと191Bはその端子である。

【0035】入力端子181と182は、それぞれインク室613内の電極619に与える電圧をE (V)、0 (V)にするためのパルス信号を入力する入力端子である。充電回路182は、抵抗R101、R102、R103、R104、R105、トランジスタTR101、TR102から構成されている。

【0036】入力端子181にオン信号(+5 V)が入力されると、抵抗R101を介して、トランジスタTR

12

101が導通し、正の電源187から抵抗R103を介して電流がトランジスタTR101のコレクタからエミッタ方向に流れる。したがって、正の電源187に接続されている抵抗R104及びR105にかかる電圧の分圧が上昇し、トランジスタTR102のベースに流れる電流が増加し、トランジスタTR102のエミッタとコレクタ間が導通する。正の電源187からの20 (V)の電圧がトランジスタTR102のコレクタ及びエミッタ、抵抗R120を介してコンデンサ191、端子191Aに印加される。

【0037】次に、放電回路184について説明する。放電回路184は抵抗R106、R107、トランジスタTR103から構成される。入力端子182にオン信号(+5 V)が入力されると、抵抗R106を介してトランジスタTR103が導通し、抵抗R120を介してコンデンサ191の抵抗R120側端子191Aをアースする。したがって、図12及び図13に示すインク室613のアクチュエータ壁603に印加されていた電荷は放電される。

【0038】次に、充電回路182の入力端子181及び放電回路184の入力端子182に入力されるパルス信号を発生するパルスコントロール回路186について説明する。パルスコントロール回路186には、各種の演算処理を行うCPU110が設けられ、CPU110には、印字データや各種のデータを記憶するRAM112とパルスコントロール回路186の制御プログラム及びタイミングでオン、オフ信号を発生するシーケンスデータを記憶しているROM114が接続されている。ここで、ROM114には、図10に示すように、インク滴噴射制御プログラム記憶エリア114Aと、駆動波形データ記憶エリア114Bとが設けられている。したがって、駆動波形のシーケンスデータは、駆動波形データ記憶エリア114Bに記憶されている。

【0039】制御装置625は図示しないが、周囲温度等インクに係る温度を検出する手段を備えている。制御プログラム記憶エリア114Aには、また図14に示すように、CPU110が、温度が所定値以上であるかを判断し(S1)、その判断結果に基づいて、波形データ記憶エリア114Bに記憶された第1及び第2の付加パルスB、C(液滴小型化パルス及び安定化パルス)を噴射パルス信号Aに付加するかどうか(S2、S3)を決定するプログラムが記憶されている。

【0040】さらに、CPU110は各種のデータをやりとりするI/Oバス116に接続され、当該I/Oバス116には、印字データ受信回路118とパルスジェネレータ120及び122が接続されている。パルスジェネレータ120の出力は充電回路182の入力端子181に接続され、パルスジェネレータ122の出力は放電回路184の入力端子182に接続されている。

【0041】CPU110はROM114の駆動波形デ

50

(8)

13

ータ記録エリア 114B に記憶されているシーケンスデータにしたがって、パルスジェネレータ 120 及び 122 を制御する。したがって、前記のタイミングの各種パターンを予め ROM 114 内の駆動波形データ記憶エリア 114B に記憶させておくことによって、図 2 に示す駆動波形の駆動パルスをアクチュエータ壁 603 に与えることができる。

【0042】なお、パルスジェネレータ 120、122 及び充電回路 182 及び放電回路 184 はノズル数と同じ数だけ設けられている。本実施の形態では、代表して一つのノズルの制御について説明したが、他のノズルの制御についても同様な制御である。

【0043】次に、本実施の形態の図 2 に示した駆動波形のパルスで駆動した場合と、図 1 の駆動波形のパルスで駆動した場合の、各種温度条件下でのインク滴噴射のテスト結果（インク滴速度； m/s ）を図 11（a）

（b）に示す。各図における上段の数字（1～10）は、所定周波数（16kHz）で駆動した場合のドット番号を示し、最左欄の数字 5～40 は温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）を示し、ここでは、5 個（1～5 番）の連続ドットの後、1 ドット分休止し（6 番）、その後、再び、連続する 2 つのドット（7、8 番）の後、1 ドット分休止し（9 番）、その後、1 ドット（10 番）を噴射した。各ドットに対して、図 2 又は図 1 に示した駆動波形のパルスを印加する。温度に隣接するカッコ内の数値は、各温度において液滴を 8m/s で噴射する際に印加した電圧値である。

【0044】図 11 から分かるように、温度が高くなるにつれて、連続ドット後で休止した後の、連続する 2 つのドットの 2 発目の液滴速度が低下する傾向を有し、特に、図 1 の駆動波形のように液滴小型化パルス B が付けられているだけの場合、図 11（b）の D 部分では、速度低下が著しい。これは、高温度域では、インク粘度が下がり、メニスカス振動を抑えきれなくなるためであると考えられる。特に、インクのメニスカスがノズルから引っ込んでいる状態で液滴小型化パルス B が立ち上がると、メニスカスはさらに引っ込もうとすることから、噴射速度はさらに遅くなる。これにより、インクの着弾位置がずれ、印字品質が低下する。それに対して、図 2 の駆動波形のように噴射安定化パルス C がさらに付加されていることにより、上記に対応する部分での速度低下は押さえられ、上記問題は解消される。なお、図 11 の測定においては、温度に関係なく、全てのドットに対して、液滴小型化パルス B 及び噴射安定化パルス C を付加しているが、これらは、実用上では、上記図 14 に示したように、所定温度（例えば 25°C ）以上の場合にのみ付加するようにすればよい。図 11 内の \times は未測定部分である。インク粘度が比較的高い低温度域では、付加パルス B、C が無い分、制御装置 625 の負荷が軽減するだけでなく、噴射パルス A の間隔を小さくして高周期で

14

の噴射が可能になる。

【0045】なお、図 1 又は図 2 のように、噴射パルス信号 A に液滴小型化パルス B を付加したことにより液滴の小型化が可能となる様子を説明すると、噴射パルス信号 A の立ち上がりにより、インク室の容積が増大して一時的にインクのメニスカスはノズルの内方に引っ込み、続いてインク室内を圧力波が片道伝播する時間の経過後の噴射パルス信号 A の立ち下がりにより、インク室の容積が増大状態から自然状態に減少することで、インクはノズルより噴出されようとする。このとき、液滴小型化パルス B が印加されることにより、ノズルより噴出されたインク滴の一部が引き戻されたメニスカスとなるため、ノズルから噴射されるインク液滴は小型化される。こうして、駆動電圧を変えることなく、したがって、コストアップすることなく、主となる駆動波形の後に非噴射パルスを付加するだけで、小さい体積のインク液滴の噴射を得ることができる。

【0046】以上、一実施の形態を説明したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、上記実施の形態では、主たる駆動信号である 1 つの噴射パルス A に液滴小型化パルス B 及び噴射安定化パルス C を常に付加したものを示したが、当該ドットの前後にドットがない場合は、そのドットに対しては、主たる駆動信号である 1 つの噴射パルス A のみとするものであっても構わない。また、インク滴噴射装置 600 は、上記実施の形態の構成に限られるものではなく、圧電材料の分極方向が逆のものを用いてもよい。

【0047】また、本実施の形態では、インク室 613 の両側に空気室 615 を設けているが、空気室を設けずに、インク室が隣接するようにしてもよい。さらに、本実施の形態では、アクチュエータはせん断モード型のものを用いたが、圧電材料を積層し、その積層方向の変形によって圧力波を発生する構成でもよく、圧電材料に限らずインク室に圧力波を発生するものを使用可能である。

【0048】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、1 ドットの印字命令として、噴射パルス信号と、非噴射パルスである第 1 の付加パルス信号に続いて第 2 の付加パルス信号が印加されることにより、噴射され飛翔するインク液滴は小さくなり、記録解像度を高めることができ、また、高温時にインクの粘度が低く、メニスカスに振動が発生して不安定な状態にあっても、噴射を安定化する作用が得られ、液滴速度が低下することが防止される。特に、高温時において、第 1 の付加パルス信号が印加されるだけでは、連続ドットの後には 1 ドット休止し、その後再びドットがあるようなときに、後者のドット噴射の 2 ドット目でインク滴速度が低下する傾向を生じるが、第 2 の付加パルス信号が印加されることで、インク滴速度が低下することがなくなる。また、第 1 及び第 2 の付

(9)

15

加パルス信号の波高値を同じにして、駆動電圧を変える必要がないので、1つの駆動電源でよく、低コストとなる。さらに、噴射パルスのパルス幅を0.5Tから1.5Tの範囲内とし、これに合わせて、噴射パルス信号の立ち下がりと第1の付加パルス信号の立ち上がりタイミングとの時間差、及びこの時間差と第1の付加パルス信号のパルス幅の和の値、第2の付加パルス信号のパルス幅、第1の付加パルス信号の立ち下がりと第2の付加パルス信号の立ち上がりとの時間差を適宜調整することで、第1、第2の付加パルス信号が噴射パルス信号のパルス幅に対して相対的に遅れなく出力されることになり、しぶき、不良吐出等が発生することがなくなり、良好な印字結果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の前提である小型液滴とするための噴射パルス信号（駆動波形）を示す図である。

【図2】本発明の実施例1による駆動波形を示す図である。

【図3】本発明の実施例2による駆動波形を示す図である。

【図4】本発明の実施例3による駆動波形を示す図である。

【図5】本発明の実施例4による駆動波形を示す図である。

【図6】噴射パルス信号の立ち下がりと液滴小型化パルスの立ち上がりタイミングとの時間差、及び液滴小型化パルスのパルス幅の値の組み合わせを変えたときの実験

16

結果を示す図である。

【図7】本出願人が先に提案しているシングルパルス駆動波形を示す図である。

【図8】本出願人が先に提案しているマルチパルス駆動波形を示す図である。

【図9】インク滴噴射装置の駆動回路を示す図である。

【図10】インク滴噴射装置の制御装置のROMの記憶領域を示す図である。

【図11】（a）は本実施の形態の図2に示した駆動波形のパルスで駆動した場合の各種温度条件下でのインク滴噴射速度を示す図、（b）は図1の駆動波形のパルスで駆動した場合の各種温度条件下でのインク滴噴射速度を示す図である。

【図12】（a）は記録ヘッドのインク噴射部分の縦断面図、（b）は同横断面図である。

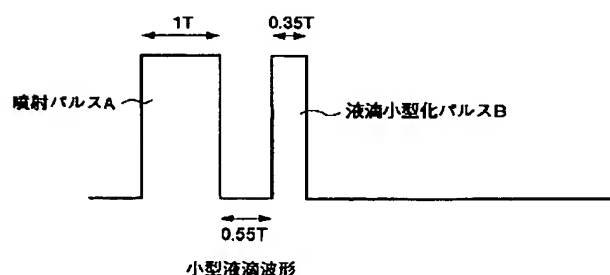
【図13】記録ヘッドのインク噴射部分の動作を示す縦断面図である。

【図14】本発明のインク滴噴射装置の制御装置のROMの制御内容を説明するフローチャートである。

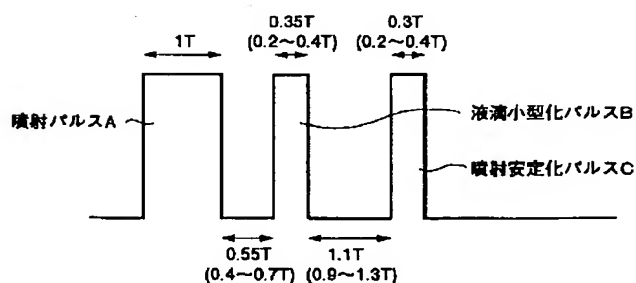
20 【符号の説明】

- A 噴射パルス信号
- B 第1の付加パルス信号（液滴小型化パルス）
- C 第2の付加パルス信号（噴射安定化パルス）
- 600 インクジェットヘッド
- 603 アクチュエータ壁
- 613 インク室
- 625 制御装置

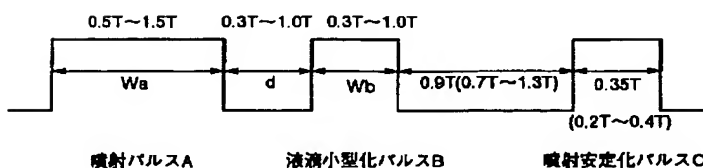
【図1】



【図2】

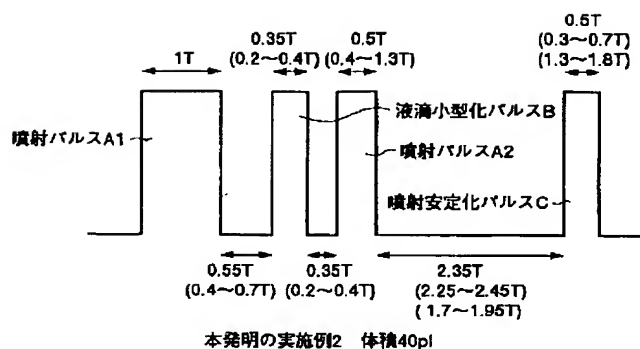


【図5】

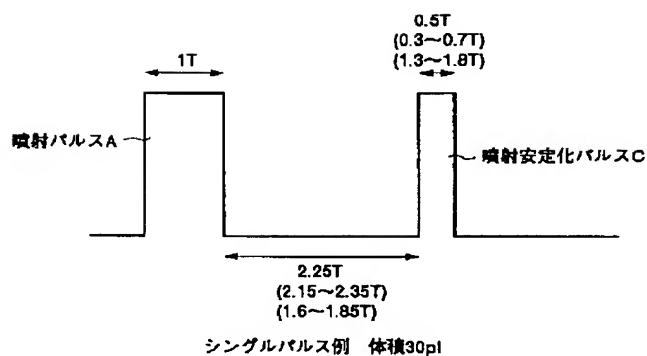


(10)

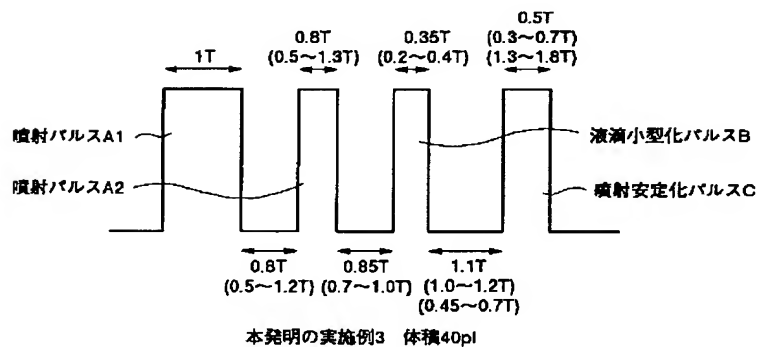
【図3】



【図7】



【図4】



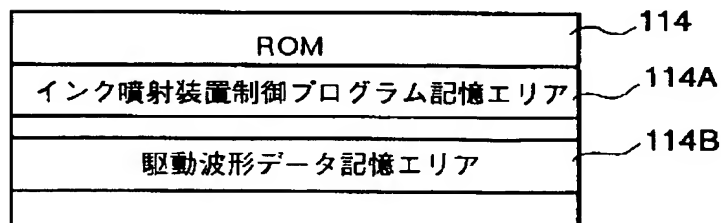
【図6】

Wa=0.5T~1.5T

Wb\d(T)	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
0.3	×	○	○	○	○	○	○	○	×	×
0.4	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×
0.5	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×
0.6	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×
0.7	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×
0.8	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×
0.9	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×
1.0	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.1	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
1.2	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×

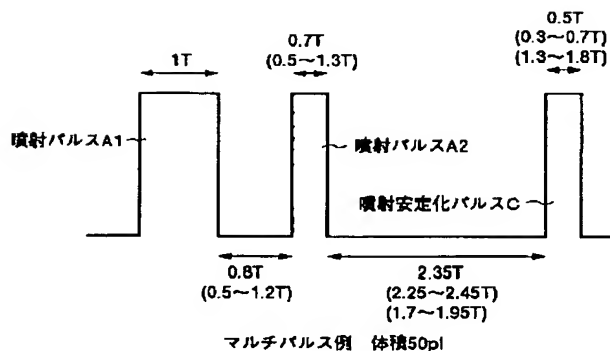
○：着弾乱れ、しぶきなし
×：しぶき、不吐出あり

【図10】

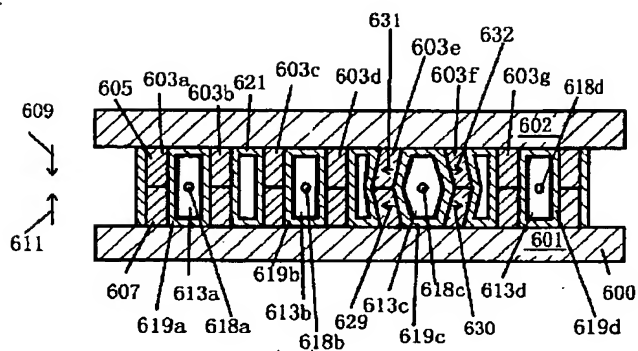


(11)

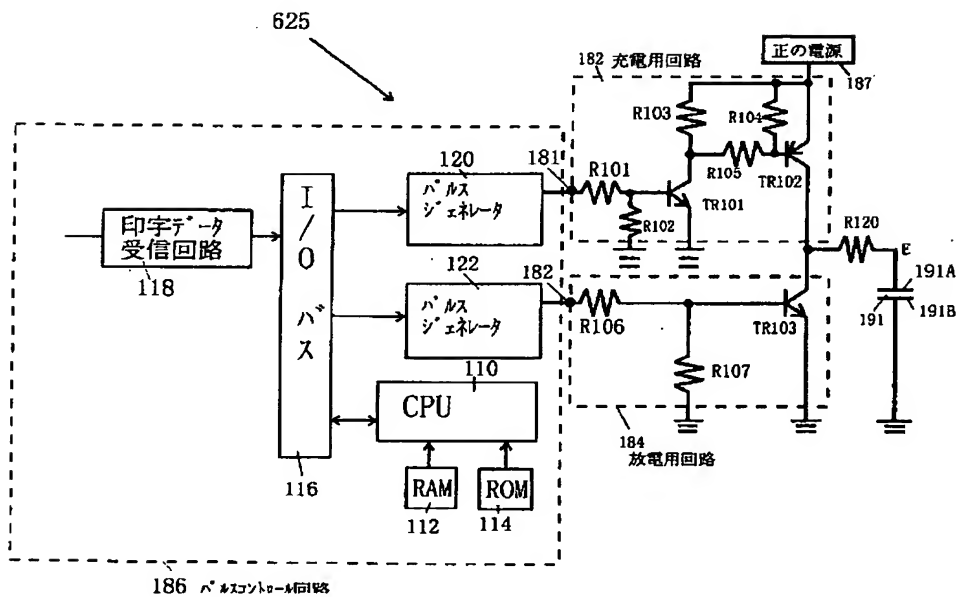
【図 8】



【図 13】



【図 9】



(12)

【図11】

(a)図2の波形

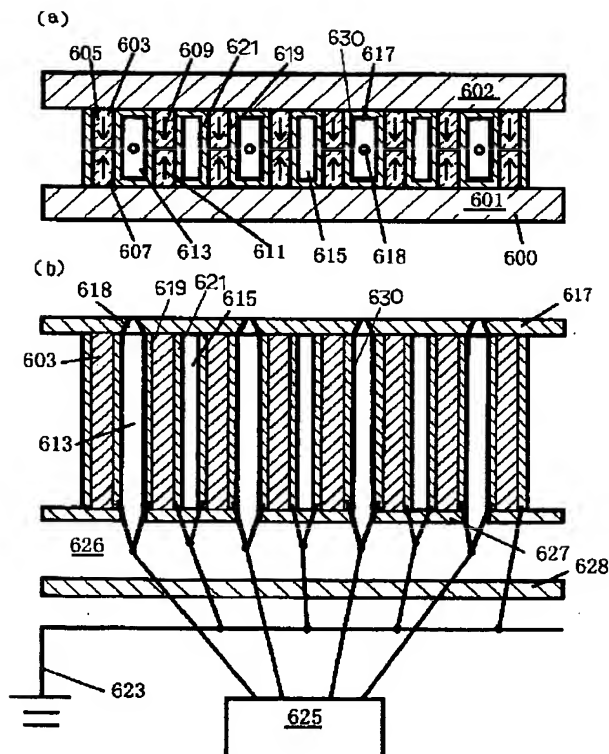
℃(V8)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5(19.0)	8.0	8.7	9.0	9.1	9.1	—	8.0	8.5	—	8.0
10(18.6)	8.0	8.9	9.1	9.2	9.2	—	8.1	8.8	—	8.2
15(17.9)	8.0	8.8	9.1	9.1	9.1	—	8.1	8.7	—	8.2
20(17.0)	8.0	8.7	9.2	9.2	9.2	—	8.2	8.6	—	8.3
25(16.0)	8.0	8.6	9.1	9.1	9.1	—	8.2	8.3	—	8.3
30(15.2)	8.0	8.6	9.1	9.1	9.1	—	8.6	8.3	—	8.6
35(14.3)	8.0	8.4	9.1	9.1	9.1	—	8.7	8.0	—	8.7
40(13.7)	8.0	8.3	9.0	9.0	9.0	—	8.7	7.6	—	8.5

(b)図1の波形

TEMP℃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5(19.0)	8.0	7.2	7.9	8.0	8.0	—	8.2	6.5	—	8.2
10(18.6)	8.0	7.2	7.9	8.0	8.0	—	8.3	6.6	—	8.3
15(17.9)	8.0	7.3	8.0	8.0	8.0	—	8.3	6.5	—	8.4
20(17.0)	8.0	7.3	8.0	8.1	8.1	—	8.5	6.2	—	8.8
25(16.0)	8.0	7.3	8.0	8.1	8.0	—	8.6	5.7	—	9.0
30(15.2)	8.0	7.3	8.0	8.1	8.1	—	8.9	5.3	—	8.5
35(14.3)	8.0	7.3	7.7	7.8	8.1	—	8.7	5.2	—	8.4
40(13.7)	8.0	7.3	6.0	7.0	×	—	8.6	5.1	—	8.0

D

【図12】



(13)

【図14】

